

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04N 7/30

H03M 7/30 G06T 9/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98811728.2

[43] 公开日 2001 年 1 月 17 日

[11] 公开号 CN 1280745A

[22] 申请日 1998.9.28 [21] 申请号 98811728.2

[30] 优先权

[32] 1997.10.1 [33] FR [31] 97/12562

[86] 国际申请 PCT/CH98/00413 1998.9.28

[87] 国际公布 WO99/18734 法 1999.4.15

[85] 进入国家阶段日期 2000.6.1

[71] 申请人 阿苏拉布股份有限公司

地址 瑞士比安福堡杜拉克

[72] 发明人 J·布拉卡蒙特 F·巴曼 M·安索格
F·佩兰迪尼

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

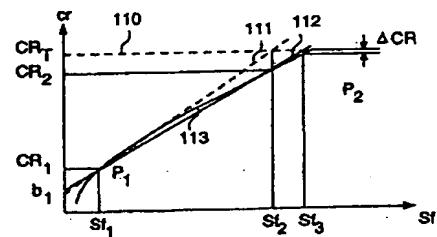
代理人 王 勇 张志醒

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 数字图象压缩率的控制方法

[57] 摘要

本发明涉及一种数字图象压缩率的控制方法。本方法在于借助缩写称为 JPEG 的传统方法压缩数字图象。可通过修改 JPEG 方法的参数、即比例系数来修改图象的压缩率。根据本发明，该比例系数被修改，直到所获得的压缩率在所需压缩率的容许范围内为止。该方法使用对作为比例系数函数的实际压缩率曲线的近似，以便减少为了达到所需压缩率需要迭代的次数。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 数字图象压缩率的控制方法，其特征在于包括以下操作步骤：

-借助一种包括至少一个允许修改压缩率-即未压缩图象规模与压缩图象规模之比-的参数的传统方法压缩数字图象，

5 -确定所述传统方法的压缩率，

-检验该压缩率是否在一个给定压缩率值的容许范围内，

-如果该压缩率不包含在容许范围内，修改所述参数，及

-重复图象压缩，直到该压缩率包括在该容许范围内。

2. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于：传统的压缩方法是联合
10 摄影专家组、即编写称为 JPEG 的方法，及被施加影响的所说参数是
用于修改 JPEG 处理算法所使用的标称矩阵值的比例系数。

3. 根据权利要求 2 的方法，其特征在于：该方法包括确定一个初
15 始比例系数，使用该初始比例系数第一次运用 JPEG 方法，及然后如
果实际压缩率不在给定压缩率容许范围内，则修改该比例系数重新运
用所述方法。

4. 根据权利要求 2 或 3 的方法，其特征在于，该比例系数为：

-当实际压缩率小于给定压缩率时增加，及

-当实际压缩率大于给定压缩率时减小。

5. 根据权利要求 4 的方法，其特征在于：比例系数被修改成至少
20 代表压缩率的部分线性的 模型的函数作为该比例系数的函数。

6. 根据权利要求 3 的方法，其特征在于：

-使用所述初始比例系数确定实际压缩率，

-用具有预定斜率 m_0 并通过一个点的直线来近似代表作为比例
25 系数的函数的压缩率的曲线，该点以初始比例系数作为横坐标及使用
初始比例系数运用 JPEG 方法获得的实际压缩率作为纵坐标，

-根据近似直线及给定压缩率确定比例系数，

-使用该新的比例系数运用 JPEG 方法，

-检验实际压缩率是否在给定压缩率容许范围内，

-如果实际压缩率在该范围内终止该方法，否则

30 -根据作为比例系数的函数的实际压缩率曲线的近似直线确定
新的比例系数。

7. 根据权利要求 6 的方法，其特征在于：代表实际压缩的曲线

00-06-01

近似成由具有不同斜率及形成连续曲线的直线段的比例系数的函数。

说 明 书

数字图象压缩率的控制方法

本发明涉及数字图象压缩率的控制方法。

5 随着新应用的发现数字图象的量正在与日俱增。但是，为了显示单个数字图象，需要庞大的数据。一般地说，该数据量如此地大，以致按照其原始显示存储及传输图象成本极高并因此是不实际的，从信号数字处理的观点及经济的观点来看均如此。

现在，已经开发出各种图象压缩算法。由于 ITU (国际通信联盟) 10 及 ISO (国际标准化组织) 之间的共同努力，结果产生了以名称 JPEG (联合摄影专家组) 著称的静止图象压缩标准。该算法被规定在“ITU 推荐项 T. 81，连续色调的静止图象的数字压缩及编码” (1992 年 9 月) 中，并在 W. B. Pennebaker 及 J. L. Mitchell 著的“JPEG 静止图象压缩标准” -Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA, 1993- 15 中有充分的说明。

在使用 JPEG 算法时，其压缩率、即未压缩图象的位数与压缩图象的位数之比是根据图象的复杂性而变化的。于是，例如，对于基本相同的重现图象质量，带有几朵云彩的天空图象的压缩率是一个体育场中人群图象的压缩率的两倍或三倍、甚至更高。

20 在许多应用中，希望或必需具有能对所采集的图象的压缩率进行控制的用户程序和/或系统。在一种数字图象摄取装置、如照相机中，重要的是，考虑压缩图象的规模，以便在控制下保持该装置存储器的分配。

在传输静止图象或图象序列的网络中压缩率的控制同样是重要的。25 在这些网络中，传输一个压缩图象的规定时间是固定的，或至少是受限制的，且不能超过一定的值，这就排除了使用不控制压缩率的编码方案。

本发明旨在实现一种图象压缩方法，其中能以极佳的精度选择压缩率。

30 为了达到该目的，根据本发明，其特征在于包括以下操作步骤：
-借助具有至少一个允许修改压缩率-即未压缩图象规模与压缩图象规模之比-的参数的传统方法压缩数字图象，

- 确定所述传统方法的压缩率，
- 检验该压缩率是否在一个给定压缩率值的容许范围内，
- 如果该压缩率不包含在容许范围内，修改所述参数，及
- 重复图象压缩，直到该压缩率包括在该容许范围内。

5 根据一个优选实施形式，传统的压缩方法是 JPEG 方法，及被施加影响的参数是用于修改由 JPEG 算法所使用的标称矩阵值的比例系数。

在根据本发明的方法中，将有利地确定一个初始比例系数，使用该初始比例系数第一次运用 JPEG 方法，及如果实际压缩率不在给定 10 压缩率容许范围内，则修改该比例系数时重新运用所述方法。

根据该方法的一个有利实施方式，当实际压缩率小于给定压缩率时增加比例系数，而当实际压缩率大于给定压缩率时减小比例系数。

有利地，比例系数被修改成代表压缩比的至少部分线型模型的函数作为比例系数的函数。

15 最好，使用所述初始比例系数确定实际压缩率，用具有预定斜率 m_0 的并通过一个点的直线来近似作为代表比例系数的函数的压曲线，该点以初始比例系数作为横坐标及使用初始比例系数运用 JPEG 方法获得的实际压缩率作为纵坐标，根据近似直线及给定压缩率确定比例系数，重新使用该新的比例系数运用 JPEG 方法，确定实际压缩率是否在给定压缩率容许范围内，如果实际压缩率在该范围内终止该方法，否则根据作为比例系数的函数的实际压缩率曲线的近似直线确定新的比例系数。

根据一个实施变型，代表作为比例系数的函数的实际压缩率曲线是通过具有不同斜率及形成连续曲线的直线段来有利地近似的。

25 参考本发明的两个非限制性实施方式及附图的说明将会更好地理解本发明，附图为：

- 图 1 是表示根据本发明的方法的第一实施方式的框图；
- 图 2a 至 2d 概要地表示图 1 方法中不同步骤上的压缩率；
- 图 3 是根据本发明的方法的第二实施方式的框图；及
- 图 4a 至 4d 表示图 3 方法中不同步骤上的压缩率。

根据本发明的方法是基于 JPEG 算法并能完全地与其相兼容。该算法的主要步骤规定如下。

待压缩的图象被分成 8×8 的象素块. 然后按顺序对每个象素以相同方式分开地处理. 对于一个 8×8 象素块的本发明方法的各步骤将描述于下.

每个块与一个 8 行、 8 列的矩阵相关, 以下称其为 “块矩阵” .

将该矩阵乘以一个缩写为 2D-DCT (2 维-离散余弦变换) 的公知线性变换核, 如在 JPEG 算法中所规定的. 该离散余弦变换 (DCT) 将空间域中的 8×8 象素变换为频率域中的 8×8 系数. 该变换的目的是去原始数据的相关性及在变换频谱的低频部分中在少量系数之间重新分配信号能量.

该变换产生了一个结果矩阵, 它包含在矩阵左上方区域中的相对大值及其余的相对小值. 包含大值的区域规模取决于图象的复杂性.

基于心理视觉分析, 规定了一个标称矩阵. 该矩阵用于量化从视觉观点出发使用小量化步长关系重大的 DCT 系数, 而对于其余的系数使用大量化步长.

DCT 系数的量化是压缩的主要机制, 但也丢失了信息. 本系统通过执行量化器输出的平均信息量编码增加压缩程度.

标称矩阵可借助一个称为比例系数的系数来进行定标, 该系数可取大于零的任何实数值. 通过修改该系数值, 可以修改由 JPEG 方法给出的压缩率. 比例系数的值愈大, 所获得的压缩率愈大, 反之亦然.

本发明使用一种不会使图象质量有任何降级的方法, 确定了通过进行最少数目的迭代求得比例系数的有效方式.

所提出的方法是基于发明人展示的事实, 即比例系数与用 JPEG 压缩方法所获得的压缩率之间的关系是准线性的特性.

以下参照图 1 及 2 来描述本方法的第一实施方式.

如已描述的, 本发明是基于这样的发现, 即在比例系数与图象压缩率之间可以确立一种关系. 这种关系可以用将比例系数 SF 置于横坐标轴及将压缩率 CR 置于纵坐标轴的曲线图表示.

本方法的该第一实施形式是基于: 压缩率作为比例系数的函数是一个严格线性模型.

在该方法的第一步骤 10 中, 确定最后要达到的压缩率. 该压缩率被称为给定压缩率并缩写为 CR_r. 它在图 2a 至 2d 中被用标记为 110 的直线表示. 该压缩率可在压缩率控制系统中明确地被确定, 或由用

户主要根据所需图象的质量、待存储到数据存储器中的图象数目或传输通道容量来确定。

在该方法的同一步骤 10 中，确定一个初始的比例系数 SF_1 。通常，该初始比例系数仅确定一次以后不再确定。根据该方法所述实施例方式，将该初始比例系数确定为 1。

在第二步骤 11 中，使用 JPEG 来压缩输入图象，在该同一步骤中计算实际压缩率 CR_1 。

在该方法的步骤 12 中，确定所获得的实际压缩率 CR_1 及给定压缩率 CR_1 之间的相对误差。如果该相对误差小于一个预定阈值，如 $\pm 5\%$ ，则终止该方法并存储或传输图象。这相应于图 1 中的步骤 30。给定压缩率及实际压缩率之差在图 2d 中以 ΔCR 表示。

在相反的情况下，步骤 13 在于确定代表作为比例系数的函数的压缩率的直线，该直线模拟作为比例系数的函数的压缩率的实际曲线。该直线通过具有横坐标为 $SF_1=1$ 及纵坐标为 CR_1 的点 P_1 。其斜率 m_0 在压缩率的控制系统中被确定。该斜率被确定为一组测试图象的平均斜率。

该直线以下列方式描述：

$$cr = m_0 \cdot sf + b_0$$

式中 cr 为压缩率， sf 为比例系数及 b_0 为原始纵坐标。该直线在图 2b, 2c 及 2d 上的标记为 111。

b_0 的值由下式给出：

$$b_0 = CR_1 - m_0 \cdot SF_1$$

然后，在该方法的步骤 14 中借助上述确定的直线来确定与要获得的压缩率相对应的比例系数值。

在给定压缩率上，有：

$$CR_t = m_0 \cdot SF_2 + b_0$$

由此得到： $SF_2 = (CR_t - b_0) / m_0$

这允许计算作为给定压缩率及由第一次近似获得的实际压缩率的函数的一个新的比例系数。

在该方法步骤上，用比例系数 SF_2 重新运用 JPEG 算法，这相应于图 1 中步骤 15。在该同一步骤中，确定出实际压缩率 CR_2 。这相应于图 2c。在图 2c 中表示出具有坐标值 SF_2 及 CR_2 的点 P_2 。

在步骤 16 中，将所获得的值于压缩率值 CR_t 相比较。如果它们的差值小于 5%，则结束该方法。

在相反的情况下，使用一个模拟的直线，它通过具有横坐标为 $SF_1=1$ 及纵坐标为 CR_1 点 P_1 及通过具有横坐标为 SF_2 及纵坐标为 CR_2 点 P_2 。这在步骤 17 中执行。该直线在图 2d 中其标记为 112。它具有下式给出的斜率：

$$m_1 = (CR_2 - CR_1) / (SF_2 - SF_1)$$

如上地，确定出一个新的模型：

$$cr = m_1 \cdot sf + b_1$$

10 式中： $b_1 = CR_1 - (m_1 \cdot SF_1) = CR_2 - (m_1 \cdot SF_2)$

在给定压缩率 CR_t 的点上，有：

$$CR_t = m_1 \cdot SF_t + b_1$$

由此可得： $SF_t = (CR_t - b_1) / m_1$

15 该值 SF_t 的确定是在该方法的步骤 18 中执行的。我们再使用一次 JPEG 算法以获得实际压缩率 CR_t 。这相当于图 1 中步骤 19。

在步骤 20 上，将该实际压缩率 CR_t 与给定压缩率 CR_t 相比较，及如果这两个压缩率的差小于预定值，则终止该方法。

在相反的情况下，该方法将使用作为近似直线的通过后两点并具有计算出的坐标对 SF 及 CR 的直线。

20 该方法被进行下去，直到实际压缩率值相对给定压缩率在可接受限度内。通常，该状态可在一次至三次迭代后实现，这时实际压缩率及给定压缩率之间的相对差值应小于或等于 5%。此外，图 2d 表示出作为比例系数的函数的实际压缩率曲线。该曲线的标记为 113。

25 图 3 及 4 表示根据本发明的方法的第二实施方式，其中可进行多次迭代。通过使用初始比例系数 $SF_1=2$ 及使用对代表作为比例系数的函数的实际压缩率的更好近似曲线如上所述地开始该方法可达此目的。

30 在图 1 及 2 所示的实施方式中，作为比例系数的函数的压缩率被近似为一直线，而在图 3 及 4 所示的实施方式中，压缩率被近似为形成连续曲线的一些直线段，作为在使用 SF_1 作比例系数的迭代后获得的实际压缩率的函数，在比例系数不同区域中的各线段的斜率不同。

在步骤 40 中，引入了给定压缩率 CR_t 。

在步骤 41 中, 使用给定的比例系数, 例如 2 运用 JPEG 方法来确定实际压缩率 CR_1 .

在步骤 42 中, 将 CR_1 的值与给定值 CR_t 相比较. 如果这两个值的相对误差小于一个预定阈值, 如 5%, 则终止该方法并存储或传输图 5. 这相应于步骤 50. 在相反情况下, 该方法以上述步骤继续进行.

对作为比例系数的函数的压缩率曲线的近似可以确定出不同斜率的区域. 每个区域由具有给定斜率的线段形成. 每个区域的斜率将根据下列表中的等式 $m=f(CR_1)$ 作为值 CR_1 的函数来选择, 在表中作为具体实施例确定出形成 6 个直线段的 6 个区域.

区号	比例系数	斜率
1	$sf < 1.0$	$m_1 = 0.4939CR_1 - 0.7964$
2	$1.0 \leq sf < 1.5$	$m_2 = 0.3947CR_1 - 0.3122$
3	$1.5 \leq sf < 2.0$	$m_3 = 0.2894CR_1 + 0.6224$
4	$2.0 \leq sf \leq 5.0$	$m_4 = 0.1565CR_1 + 1.6517$
5	$5.0 < sf \leq 10.0$	$m_5 = 0CR_1 + 3.0175$
6	$Sf > 10$	$m_6 = -0.1098CR_1 + 3.8832$

10 作为实际值 CR_1 的函数, 应选择最适合的直线, 即最近似作为比例系数的函数的压缩率实际曲线的直线. 这是在图 3 所示的方法步骤 43 中实现的.

15 然后, 在步骤 44 中, 使用由合适斜率 m 及点 (CR_1, CR_2) 给定的线段模型来确定与给定压缩率 CR_t 相对应的比例系数 SF_2 . 再使用 SF_2 运用方法 JPEG, 其结果得到 CR_2 .

在步骤 45 中, 如果计算出的该压缩率 CR_2 与给定压缩率 CR_t 之间的相对差值小于一个预定阈值, 例如 5%, 该方法即终止. 在相反情况下, 执行该方法的进一步迭代.

20 迭代的次数取决于所需的精度, 当一旦在取决该精度值的限度内达到给定压缩率时, 便终止该方法.

现在参照图 4a 至 4d 来描述一个具体的实施方式. 在该实施方式中, 假定所求的比例系数包含在 5 及 6 之间.

该方法的各步骤被描述如下.

给出一个给定压缩率, 其缩写为 CR_t , 如图 4a 中所示. 该图还包含一个代表作为比例系数函数的压缩率的曲线 200.

使用一个等于 2 的比例系数来压缩输入图象. 所产生的压缩率称为 CR_1 (见图 4a).

如果 CR_1 及 CR_1 之间的相对误差的绝对值小于一个预定阈值, 例如 5%, 则结束该方法. 在相反情况下, 它将继续下去.

5 然后, 借助上述表格确定与作为比例系数函数的压缩率相近似的直线的斜率. 在上述例中, 比例系数与区 5 相对应, 其中 $5.0 < sf \leq 10$. 但是, 从点 $(2, CR_1)$ 开始, 首先要使用表中的区 4. 通过具有值 m_4 及点 $(SF_1=2, CR_1)$ 就隐含地确定了原始纵坐标 b_4 , 正如标记为 201 的模拟直线 $cr=m_4 \cdot sf+b_4$ 所示. 然后使用该模拟直线求出与压缩率 $cr=$

10 CR_1 相对应的比例系数. 该求得的比例系数称为 SF_2 (见图 4a).

在图示的情况下, $SF_2 > 5$. 接着使用模拟直线 201 即 $cr=m_4 \cdot sf+b_4$ 来求与比例系数 $sr=5$ 对应的压缩率 CR . 该操作确定了点 $(5, CR_v)$ (见图 4b).

15 将 CR_1 的值代入上述表的区 5 中, 以求得用于区域 $5 < sf \leq 10$ 的模拟直线的斜率 m_5 . 在图 4b 中该模型的标记为 202. 通过具有值 m_5 及点 $(5, CR_v)$ 就隐含地确定了值 b_5 , 正如模拟直线 $cr=m_5 \cdot sf+b_5$ 所示.

这时使用该模型求出与压缩率 $cr=CR_1$ 相对应的比例系数. 该求得的比例系数称为 SF_2 . 在 SF_2 前面的值变为 SF_2' .

20 然后使用由值 SF_2 定标的标称矩阵来压缩输入图象. CR_2 被称为产生的压缩率 (见图 4c).

如果 CR_1 及 CR_2 之间的相对误差的绝对值小于一个预定阈值, 例如 5%, 则结束该方法. 否则, 它将继续下去.

25 为了更精确地接近 CR_1 的值, 这时需要调整原始纵坐标 b_5 . 斜率 m_5 及点 (SF_2, CR_2) 就隐含地确定了更精确的、作为比例系数函数的输入图象压缩率的特征的模型 $cr=m_5 \cdot sf+b_5'$. 使用该新模型, 可确定与压缩率 $cr=CR_1$ 相对应的比例系数. 该比例系数被称为 SF_3 .

30 最后, 使用 SF_3 作为标称矩阵的比例系数来压缩输入图象. CR_3 被称为产生的压缩率 (见图 4d). 如果 CR_3 及 CR_1 之间的相对误差小于一个预定阈值, 则结束该方法. 在相反情况下, 该方法将以类似上述的方式继续下去.

虽然在该方案中所应用的基本原理与上述方法中的原理相同, 但

比上述实施方式能更快地达到给定压缩率 CR_T .

根据本发明的方法能选择压缩率及由此选择存储图象所需的存储空间或所需的传输时间。

该压缩率的选择可由用户选择执行，或在设计编码系统时，以不能修改的方式规定多个压缩率值。

本发明不被限制在所述的实施形式上，而应覆盖对于本领域的技术人员显而易见的所有变型。尤其是，初始比例系数可被修改，以便能更快地达到所需的结果。同样，对作为比例系数函数的压缩率的曲线的模拟可以优化。此外，可根据所需精度来选择压缩率值的容差。

更确切地，刚才对本发明的说明所涉及的情况是其中给定压缩率可选择在与大量可能的应用系统相对应的值的范围内。但是，如果给定压缩率被限制在某些预先规定的恒定值上，可以优化比例系数与压缩率的关系，并可维持在本发明的范围内，以致使该系统会聚到给定压缩率所需的迭代次数可减少到 2.

说 明 书 附 图

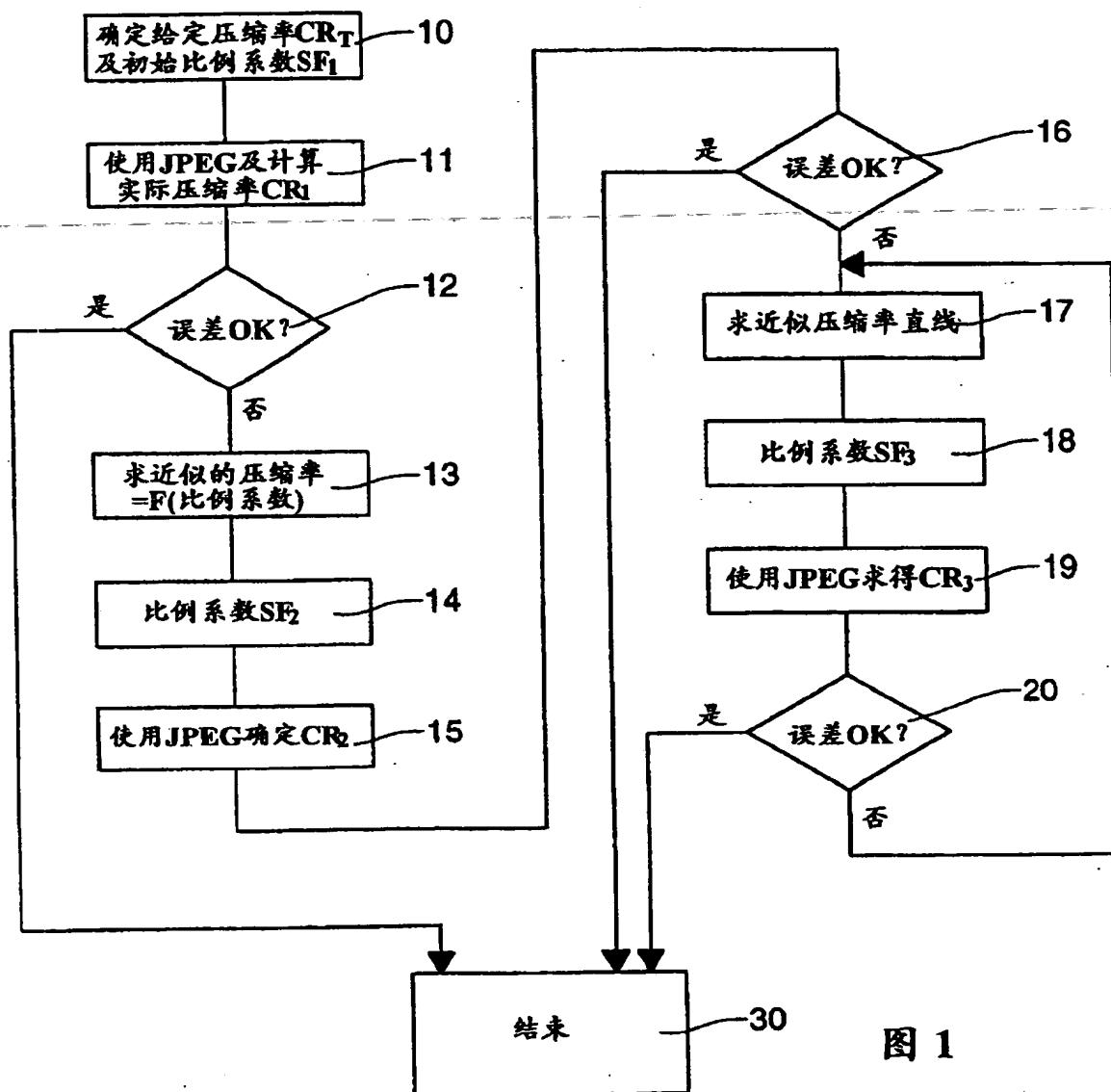


图 1

00-06-01

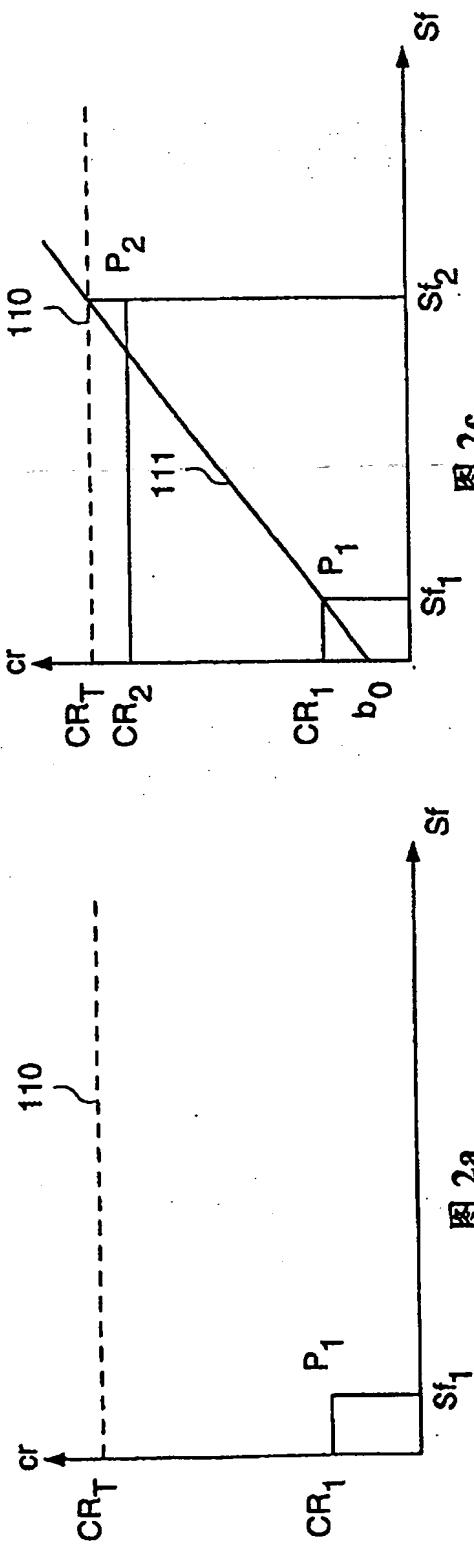


图 2c

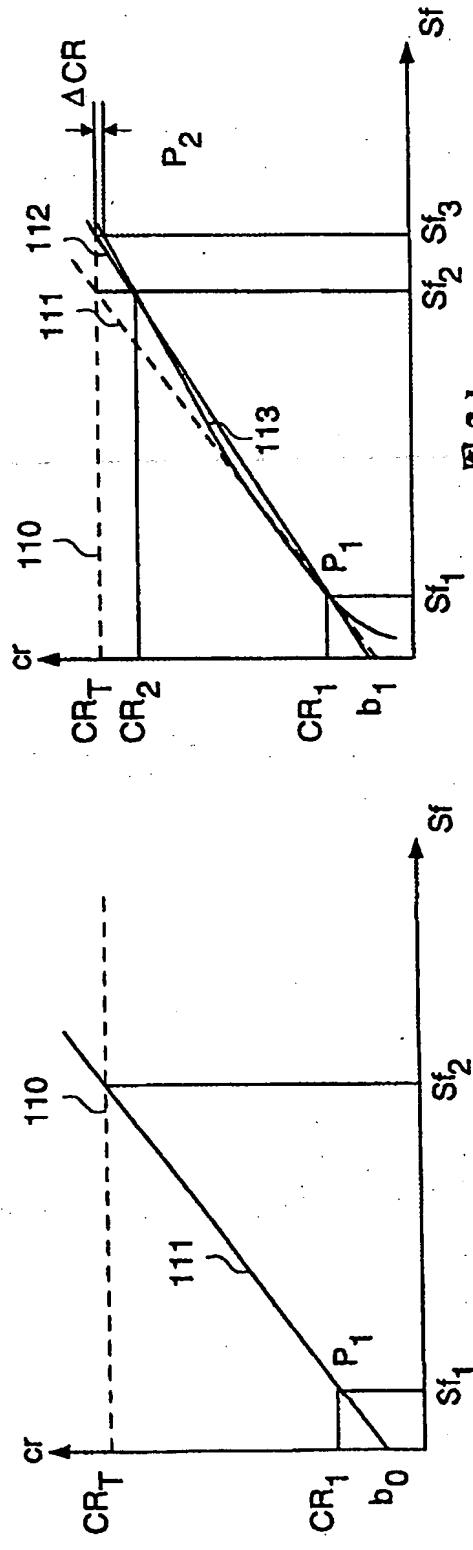


图 2d

00-06-01

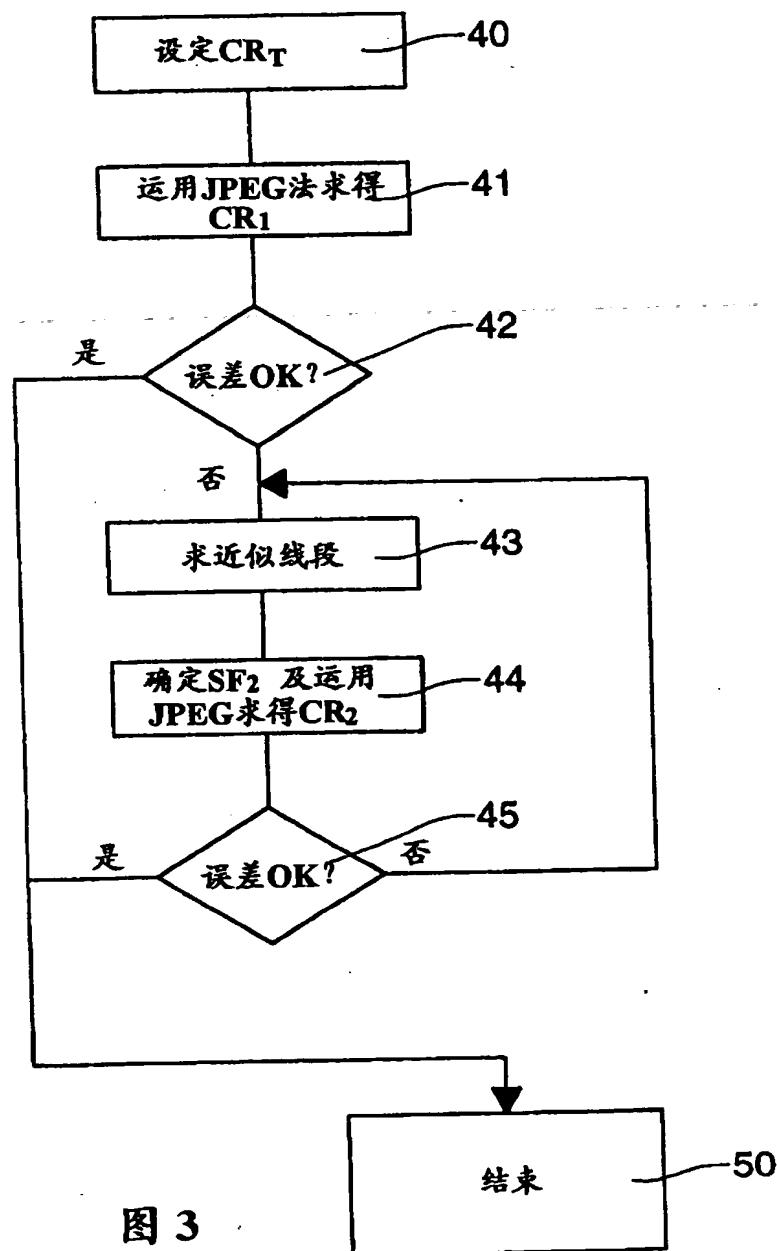


图 3

00-06-01

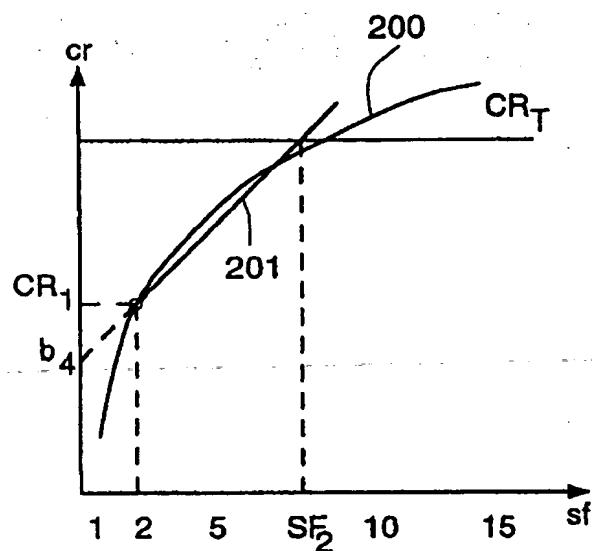


图 4a

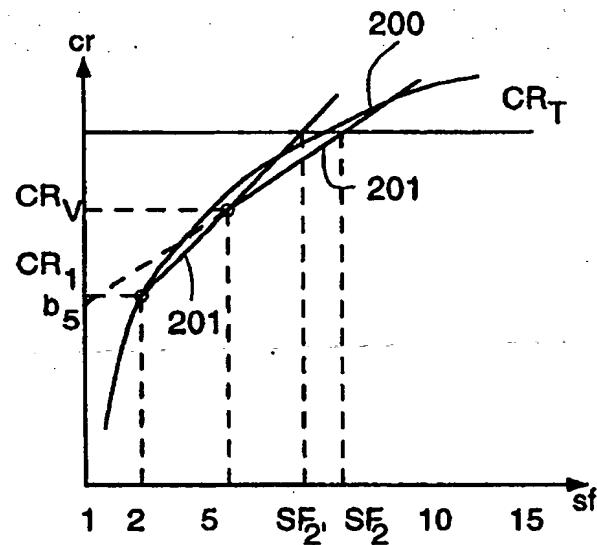


图 4b

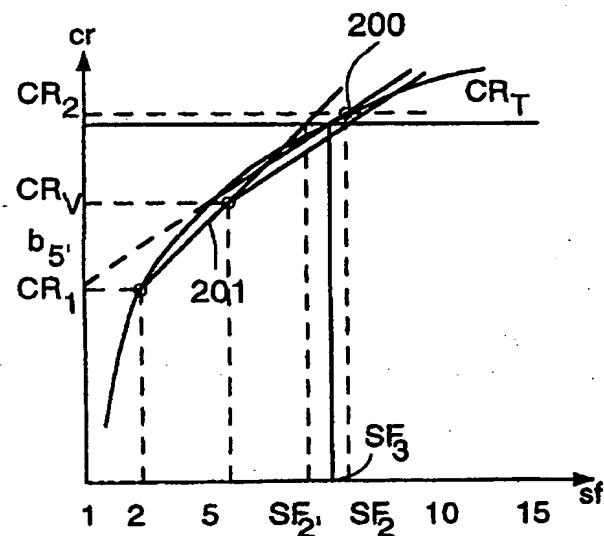


图 4c

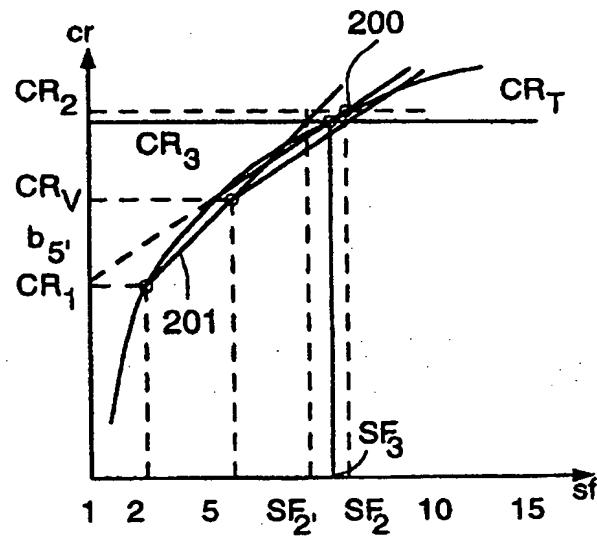


图 4d